



Hyökkälän koulu, Tiivistyskorjausten laadunvarmistusmittaukset

Tutkimusraportti

02.05.2022

Projekti 316801_05

Sisällysluettelo

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1. | Tutkimuskohde ja tutkimuksen yleistiedot..... | 3 |
| 1.1. | Yleistiedot..... | 3 |
| 1.2. | Lähtötiedot..... | 3 |
| 1.3. | Tutkimuksen tausta ja tehtävä | 4 |
| 1.4. | Tutkimusmenetelmä | 5 |
| 2. | Merkitäimetutkimukset | 5 |
| 2.1. | Luokkahuone BG2..... | 5 |
| 2.2. | Luokkahuone L19 | 7 |
| 2.3. | Luokkahuone L22 | 9 |
| 2.4. | Luokkahuone L25 | 12 |
| 2.5. | Luokkahuone L27 | 14 |
| 3. | Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset | 17 |

02.05.2022

1. Tutkimuskohde ja tutkimuksen yleistiedot

1.1. Yleistiedot

| | |
|--------------------|--|
| Tutkimuksen tekijä | WSP Finland Oy Pasilan asema-aukio 1 00520 Helsinki |
| | Vastuhenkilö: Riitta Katajamaa riitta.katajamaa@wsp.com +358 40 5297027 |
| Tilaaaja | Tuusulan kunta, tilapalvelut |
| Tilaaajan edustaja | Pertti Elg |
| Kohde | Hyökkälän koulu Kirkkotie 9-11, 04300 Tuusula |
| Valmistunut | 1980 luvulla |
| Kerrosluvu | 1 |
| Ilmanvaihto: | Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto |
| Lämmitysmuoto: | Kaukolämpö, vesikiertoinen patterilämmitys huonetermostaatein |

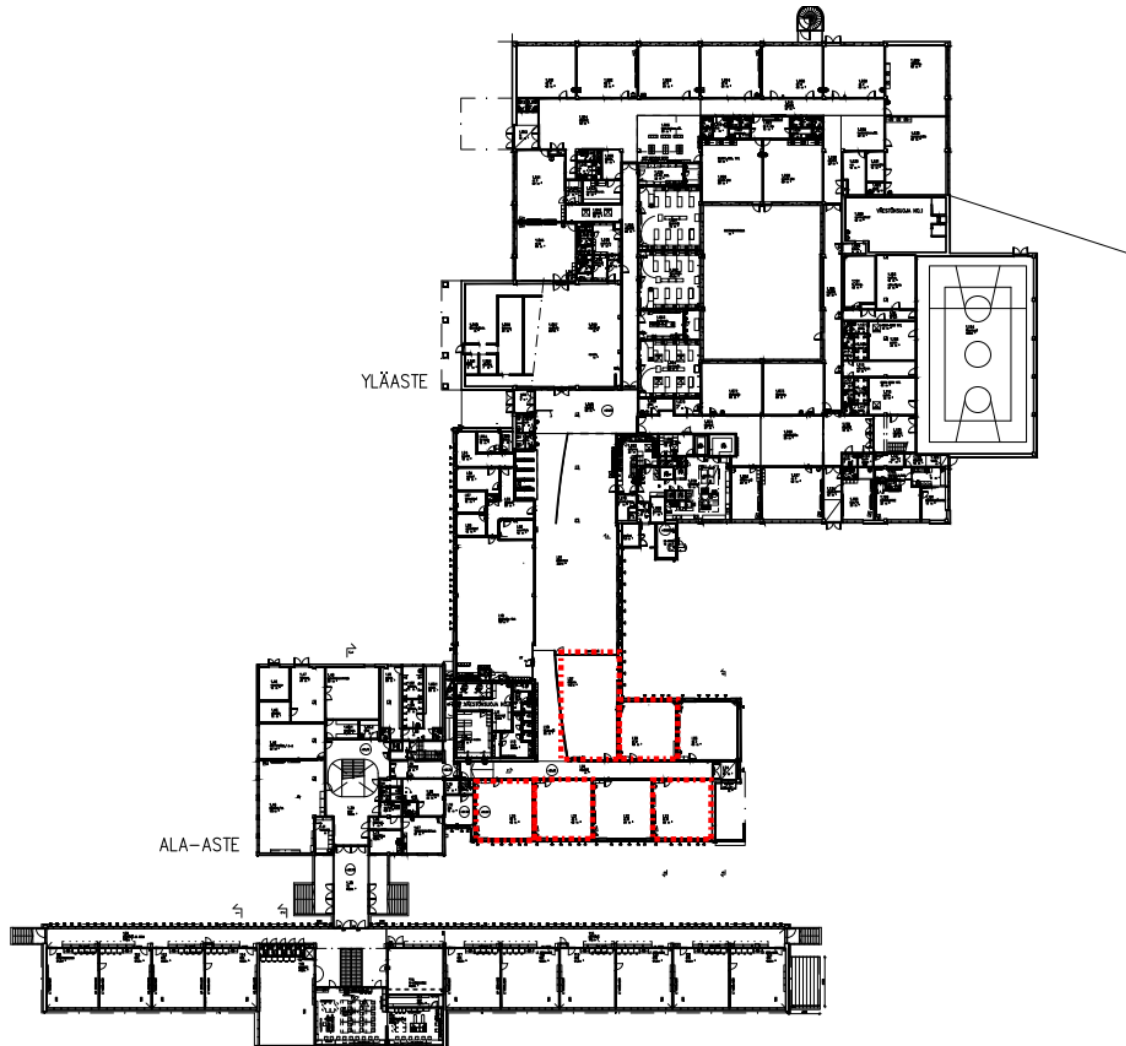
Tutkimuksen kenttätyöt teki Tony Kataja Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka Ins. (AMK).
Merkitseminen tutkimukset tehtiin 14.04.2022

1.2. Lähtötiedot

Tutkimuksen lähtötietoina saatiin käyttöön Hyökkälän koulun pohjapiirustukset ja WSP Finland Oy:n tekemä tiivistyskorjausten laadunvarmistusmittaus 10.9.2021.

Aikaisemmassa tutkimuksessa on käyty tekemässä tiivistystarkasteluja tiloissa: BG2, L19, L22, L25 ja L27. Rakennuksen tiiveyskorjauksien menetelmästä ei ollut saatavilla lähtötietoja. Tutkimuskäynnillä havaittiin liittymien kohdilla saniteettisilikonilla ja tiivistysmassalla tehtyjä tiivistyksiä.

02.05.2022



Kuva 1. Kuvassa on esitetty punaisella katkoviivalla huonetilojen tiiveystarkastelut. Tarkastelut kohdistettiin tilan ulkoseinärakenteeseen. Kuvakaappaus on otettu arkkitehtisuunnittelu Mikko Uotila Oy:n tekemästä pohjakuvasta 23.05.2014.

1.3. Tutkimuksen tausta ja tehtävä

Tutkittavissa tiloissa on tehty saatujen tietojen mukaan tiivistyskorjauksia. Tiivistyskorjauksien toteutuksista ja työtavasta ei ollut saatavilla lähtötietoja. Tutkittavat tilat valittiin alueilta, joissa on aiemmin toteutettu laadunvarmistusmittauksia. Tiloja tutkittiin rakennuksen normaalissa vallitsevissa olosuhteissa. Lisäksi huonetiloihin luotiin alipaine merkkiainetutkimuksia varten puhalluslaitteiston avulla. Tutkimuksen tehtävänä oli selvittää rakenteiden mahdolliset ilmavuotoreiitit sisätiloihin normaaleissa olosuhteissa ja -10 Pa alipaineistuksessa tilassa.

Tiivistyskorjauksilla estetään rakenteista sisäilmaan suuntautuvat ilmavuodot, jotka voivat vaikuttaa heikentävästi rakennuksen sisäilman laatuun ilman mukana kulkeutuvien epäpuhtauksien takia.

02.05.2022

1.4. Tutkimusmenetelmä

Tutkittavat tilat tarkasteltiin tilaaajan toiveesta rakennuksen normaaleissa vallitsevissa olosuhteissa. Lisäksi tutkittavat tilat alipaineistettiin -10,0 Pa alipaineeseen. Paine-eroa rakenteen yli seurattiin merkkiainekokeiden ajan paine-eromittarilla. Tilojen alipaine vaihtelee hieman tuulenpaineen seurauksena. Ilmavuotoreittien paikannus tehtiin merkkiainetutkimuksella, jossa rakenteisiin porattuihin reikiin syötettiin merkkiainekaasua (5 % H₂, 95 % N₂). Merkkiainetta syötettiin ulkoseinän eristetilaan sekä ikkunoiden tilkerakoihin. Kaasun leviämistä rakenteesta havainnoitiin merkkiainekaasuanalysaattorilla ja ilmavuotokohdista otettiin valokuvat.

Merkkiainetta sisältänyt kaasupullo ja laitteisto tarkastettiin vuotojen varalta ennen koetta.

2. Merkkiainetutkimukset

Tuuliolosuhteet olivat 14.04.2022 ulkopuolella merkkiainekokeiden ajan noin 0.5–4 m/s ja ulkoilman lämpötila 0–4 °C.

Merkkiainekokeiden ilmavuotoja käsitellään raportissa RT-kortin ”Rakenteiden ilmatiiveyden tarkastelu merkkiainekokein” mukaisella jaottelulla. Jaottelussa ilmavuodot jaotellaan pistemäiseksi, vähäiseksi ja merkittäväksi.

RT 14-11197 Rakenteiden ilmatiiveyden tarkastelu merkkiainekokein kerrotaan edellä mainittujen pistemäinen, vähäinen ja merkittävän ilmavuodon perusteet.

Pistemäinen ilmavuoto: on epätiivetyiskohta, jonka koko on 1... 2 mm.

Vähäinen ilmavuoto: on heikko ilmavuoto, jonka pituus on 2... 1000 mm. Vähäisessä ilmavuodossa ei kuitenkaan näy selkeää rakoa rakenteissa.

Merkittävä ilmavuoto: on laaja-alainen vuoto yli 1000 mm pitkä. Lisäksi suureksi ilmavuodoksi luokitellaan näkyvästi havaittavat raot.

Laadunvarmistusmittauksia tehtiin tiloissa: BG2, L19, L22, L25 ja L27. Tutkimuksessa havaitut ilmavuodot ovat nähtävissä kokonaisuudessaan tutkimuskartassa liitteessä 1.

2.1. Luokkahuone BG2

Tilassa tutkittiin ulkoseinärakenteen tiiveyksiä luokkahuoneen ikkunoiden vastaisella seinustalla. Merkkiainekaasua syötettiin ulkoseinärakenteeseen seinään poratun reiän kautta. Tilojen tiivistyskorjauksista ei ollut saatavilla lähtötietoja. Tutkimushetkellä sisätilojen alipaineisuus ulkoilmaan nähden oli ilmanvaihdon normaalitilassa 0...-2.5 Pa.

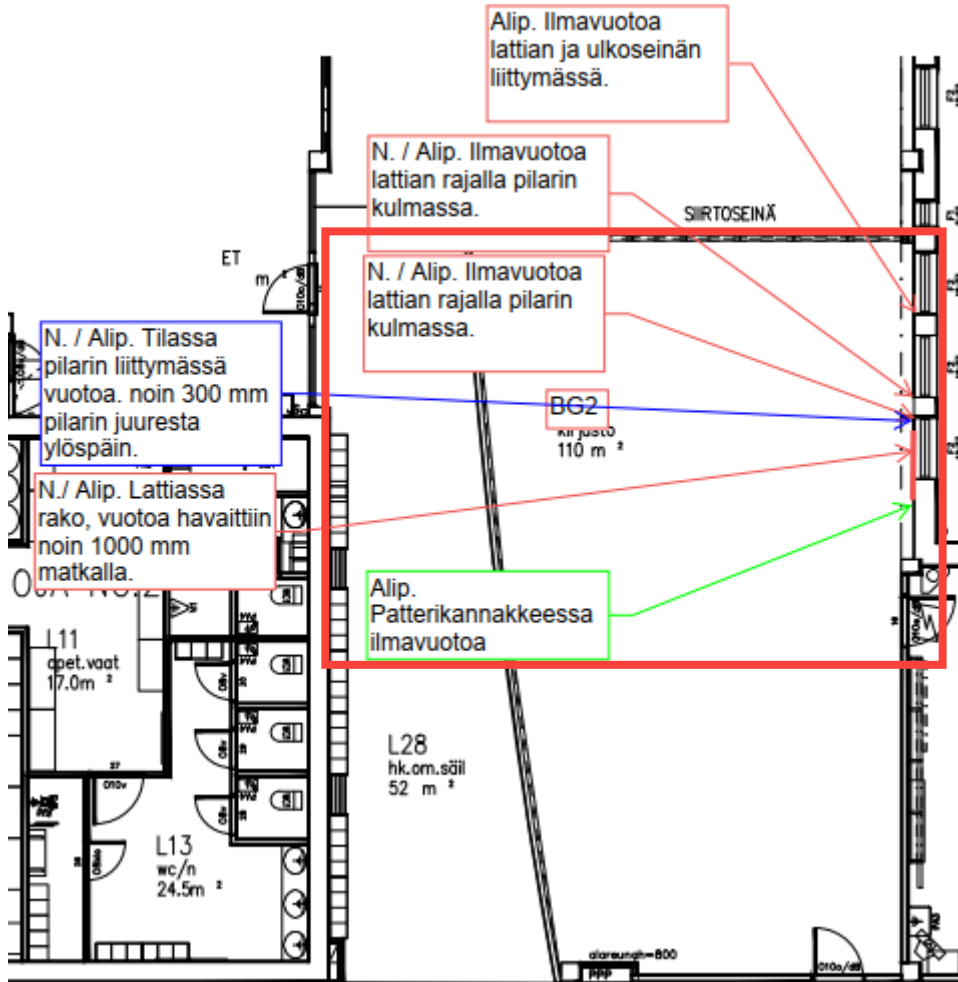
Normaalitilassa

Ulkoseinärakenteessa havaittiin merkittäviä ilmavuotoja pilarinliittymissä lattianrajalla ja ulkoseinän ja alapohjarakenteen liittymässä. Vähäistä vuotoa havaittiin pilarin liittymässä noin 300 mm matkalla lattianpinnasta ylöspäin.

-10 Pa alipaineistettuna

02.05.2022

Ulkoseinärakenteessa havaittiin alipaineistettuna vuotokohtia normaalitilassa havaittujen vuotojen lisäksi seuraavissa kohdissa: merkittävää ilmavuotoa havaittiin alapohjarakenteen ja ulkoseinän liittymässä. Pistemäistä vuotoa havaittiin patterinkannakkeessa.



Kuva 2. Luokahuone BG2. Merkkiainetutkimus toteutettiin punaisella olevan neliön sisällä olevaan ulkoseinärakenteeseen. Punaiset merkinnät ovat merkittäviä ilmavuotoja. Siniset merkinnät ovat vähäisiä ilmavuotoja ja vihreät merkinnät pistemäisiä ilmavuotoja. (N. = Normaalitila & Alip. = Alipaineistettu - 10 Pa).

02.05.2022



Kuva 3. Normaalityilassa ja **alipaineistettuna** havaittiin merkittävää ilmavuotoa pilarin liittymässä. Vähäistä ilmavuotoa pilarin ja ulkoseinänliittymässä noin 300 mm matkalla lattianpinnasta.



Kuva 4. Normaalityilassa ja **alipaineistettuna** alapohjan ja ulkoseinän liittymässä havaittiin merkittävää ilmavuotoa.



Kuva 5. **Alipaineistettuna** havaittiin pistemäistä ilmavuotoa, patterikannakkeen kohdalla.

2.2. Luokkahuone L19

Tilassa tutkittiin ulkoseinärakenteen tiiveyksiä luokkahuoneen ikkunoiden vastaisella seinustalla. Merkkiainekaasua syötettiin ulkoseinärakenteeseen seinään poratun reiän kautta. Tilojen tiivistyskorjauksista ei ollut saatavilla lähtötietoja. Tutkimushetkellä sisätilojen alipaineisuus ulkoilmaan nähden oli ilmanvaihdon normaalityilassa -1...-2.5 Pa.

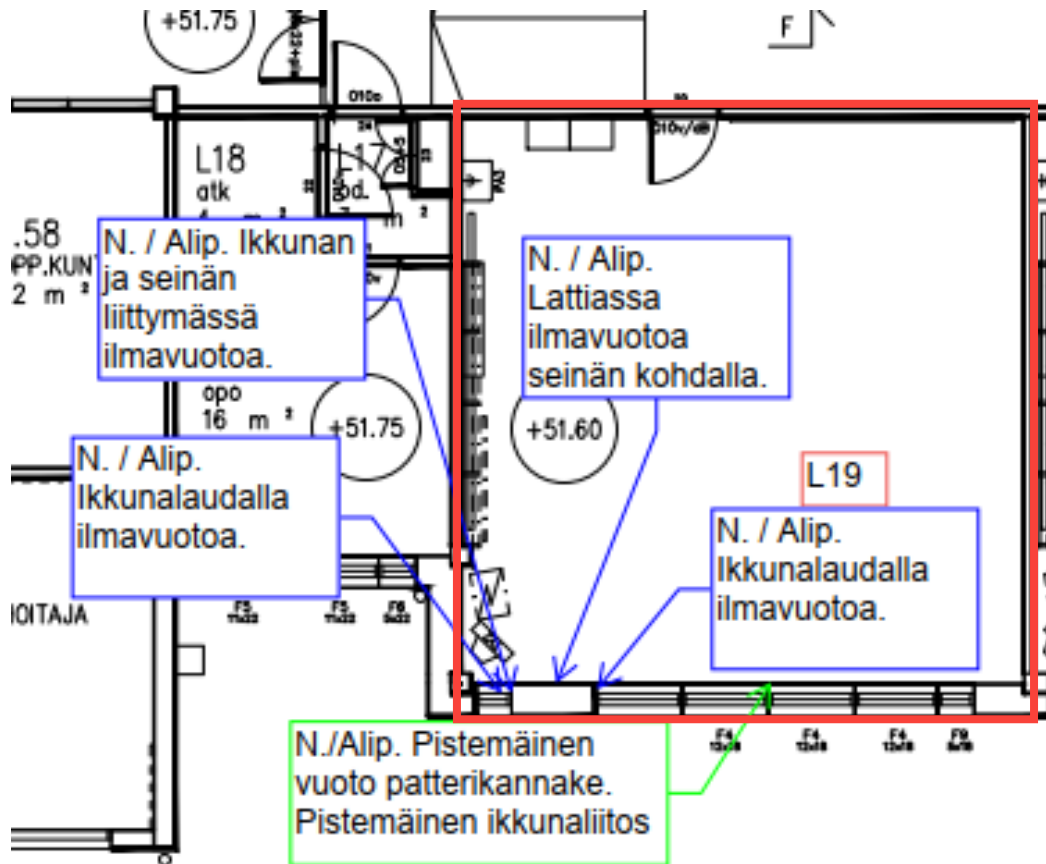
Normaalityilassa

Ulkoseinärakenteessa havaittiin vähäisiä ilmavuotoja ulkoseinän ja alapohjarakenteen liittymässä, ikkunalaudan alueella ja ikkunan ja seinän rajapinnalla. Pistemäistä vuotoa havaittiin patterikannakkeen kohdalla.

-10 Pa alipaineistettuna

Alipaineistettuna ei havaittu muita vuotoja, normaalityilassa havaittujen vuotojen lisäksi.

02.05.2022



Kuva 6. Luokahuone L19. Merkkiainetutkimus toteutettiin punaisella olevan neliön sisällä olevaan ulkoseinä-rakenteeseen. Punaiset merkinnät ovat merkittäviä ilmavuotoja. Siniset merkinnät ovat vähäisiä ilmavuotoja ja vihreät merkinnät pistemäisiä ilmavuotoja. (N. = Normaalityla & Alip. = Alipaineistettu - 10 Pa).

02.05.2022



Kuva 7. Normaali ja alipaineistetussa tilassa havaittiin vähäistä ilmapuotoa alapohjarakenteen ja ulkoseinänliittymässä.



Kuva 8. Normaali ja alipaineistetussa tilassa havaittiin vähäistä ilmapuotoa ikkunalaudan ja seinän liittymässä.



Kuva 9. Normaali ja alipaineistettuna ikkunaliittymässä vähäistä ilmapuotoa.

2.3. Luokkahuone L22

Tilassa tutkittiin ulkoseinärakenteen tiiveyttä. Merkkiaineikaasua syötettiin ulkoseinän eristilaan sisäpuolelta poratusta reiästä. Tilojen tiivistyskorjauksista ei ollut saatavilla lähtötietoja. Tutkimushetkellä sisätilojen alipaineisuus ulkoilmaan nähden oli ilmanvaihdon normaalitilassa -1...-2Pa.

Normaalitilassa

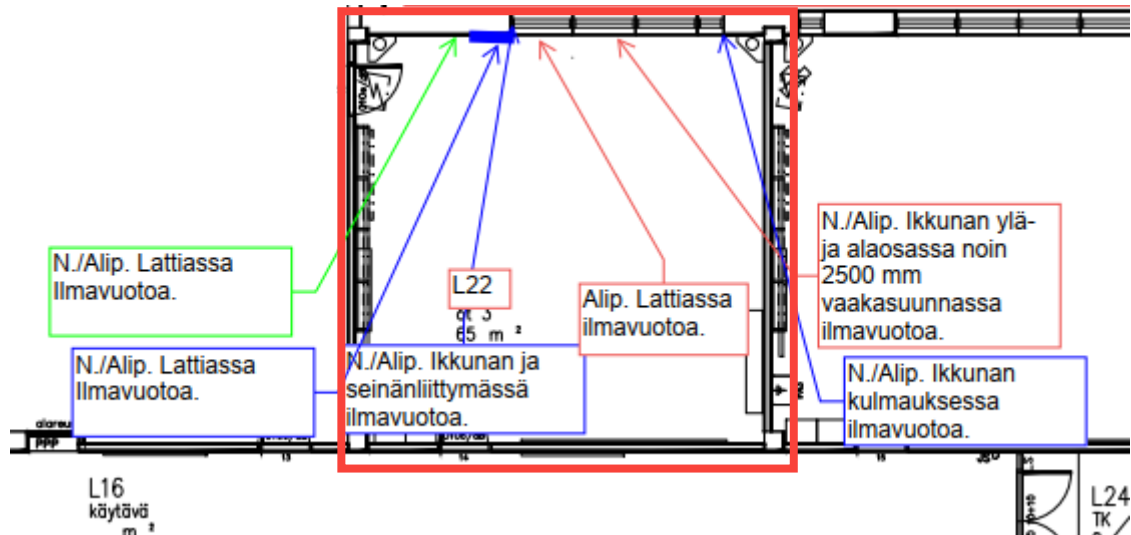
Normaalissa tilassa havaittiin merkittävää ilmapuotoa Ikkunan ylä- ja alaosan liittymissä noin 2500 mm matkalla. Vähäistä ilmapuotoa havaittiin ikkunan ja seinän liittymäkohdissa, alapohjarakenteen ja ulkoseinän liittymässä. Pistemäisiä vuotoja havaittiin lattian ja ulkoseinän liittymässä ja pilarin yläosassa.

-10 Pa alipaineistettuna

Edellä mainittujen vuotojen lisäksi alipaineistuksella havaittiin vähäistä vuotoa pilarin ja alapohjarakenteen liittymässä, pilarin ja seinän liittymäkohdassa sekä alapohjarakenteen

02.05.2022

ja ulkoseinärakenteen liittymässä. Lisäksi vähäistä vuotoa havaittiin ikkunalaudan kohdalla. Merkittävää vuotoa havaittiin alapohjarakenteen ja ulkoseinärakenteen liittymäkohdassa.



Kuva 10. Luokkahuone L22. Merkkiainetutkimus toteutettiin punaisella olevan neliön sisällä olevaan ulkoseinärakenteeseen. Punaiset merkinnät ovat merkittäviä ilmavuotoja. Siniset merkinnät ovat vähäisiä ilmavuotoja ja vihreät merkinnät pistemäisiä ilmavuotoja. (N. = Normaalitila & Alip. = Alipaineistettu – 10 Pa).

02.05.2022



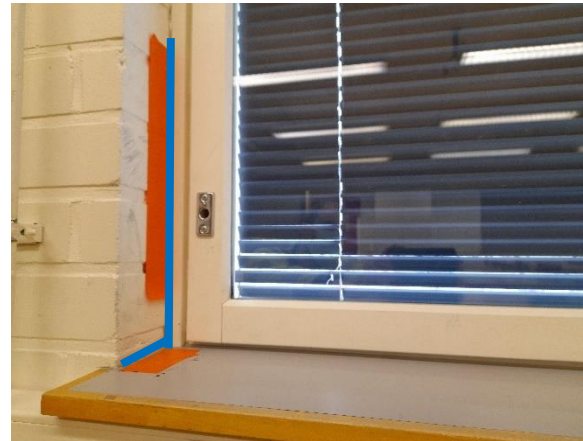
Kuva 11. Normaalissa / alipaineistettuna, alapohjarakenteen ja ulkoseinärakenteen liittymässä havaittiin vähäistä ilmavuotoa yksittäisessä kohdassa.



Kuva 12. Normaalissa / alipaineistettuna ikkunan yläosassa havaittiin merkittävää vuotoa n. 2500 mm matkalla.



Kuva 13. Normaalissa / alipaineistettuna, ikkunan alaosassa havaittiin merkittävää vuotoa n. 2500 mm matkalla.



Kuva 14. Normaali ja alipaineistettuna ikkunaliittymässä vähäistä ilmavuotoa.



Kuva 15. Normaalissa / alipaineistettuna, alapohjarakenteen ja ulkoseinärakenteen liittymässä havaittiin merkittävää ilmavuotoa yksittäisessä kohdassa.



Kuva 16. Pistemäinen ilmavuoto pilarin yläosasta.

2.4. Luokkahuone L25

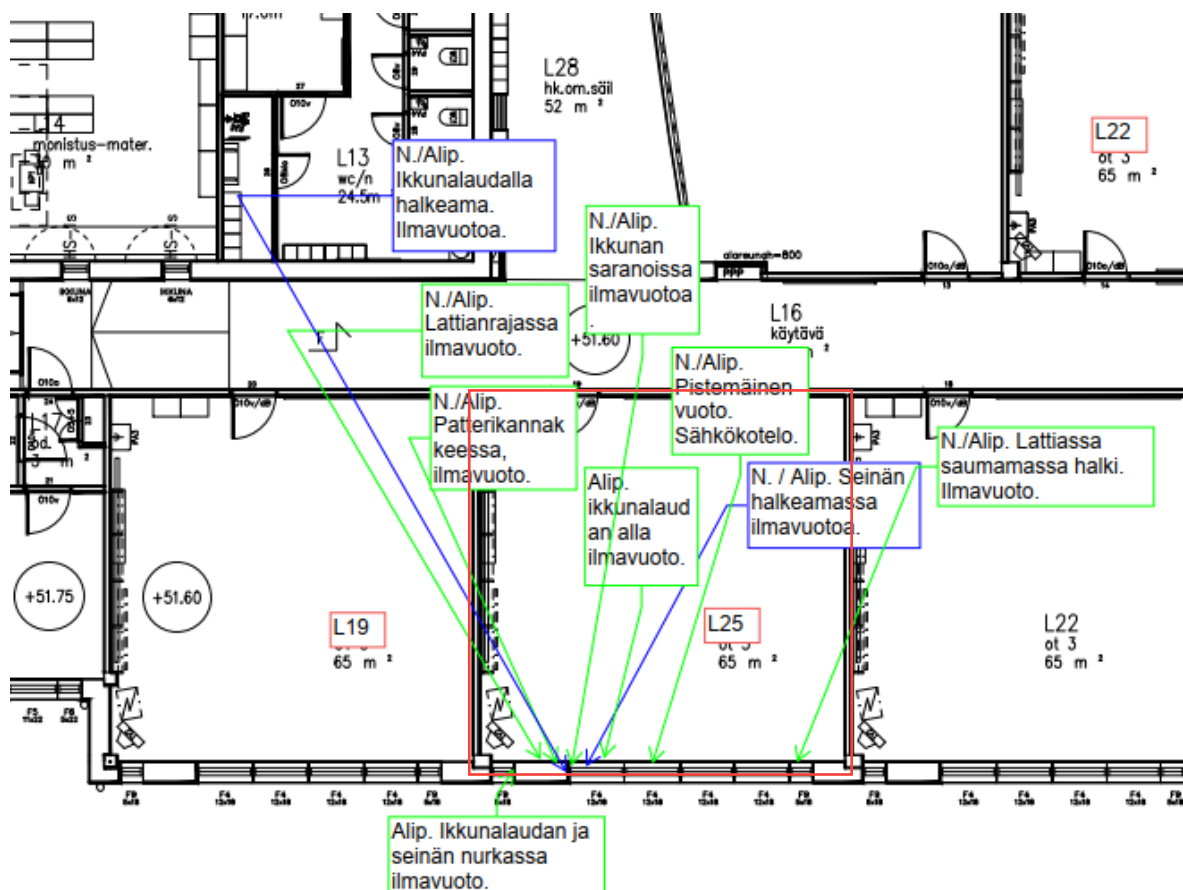
Tilassa tutkittiin ulkoseinärakenteen tiiveyttä. Merkkiaineikaasua syötettiin ulkoseinän eristilaan sisäpuolelta poratusta reiästä. Tilojen tiivistyskorjauksista ei ollut saatavilla lähtötietoja. Tutkimushetkellä sisätilojen alipaineisuus ulkoilmaan nähden oli ilmanvaihdon normaali tilassa -1...-3 Pa.

Normaalitilassa

Normaalissa tilassa havaittiin vähäistä ilmavuotoa ikkunalaudan kohdalla seinän ja ikkunan liittymän alueella ja seinän yksittäisessä halkeamassa. Pistemäistä vuotoa havaittiin sähkökotelon kohdalla, ikkunan saranoidessa, alapohjarakenteen ja ulkoseinän liittymässä ja patterikannakkeessa.

-10 Pa alipaineistettuna

Edellä mainittujen vuotojen lisäksi havaittiin alipaineistettuna pistemäisiä vuotoja ikkunan ja seinärakenteen liittymäkohdassa ja ikkunalaudan alapuolella.



Kuva 17. Luokkahuone L25. Merkkiainetutkimus toteutettiin punaisella olevan neliön sisällä olevaan ulkoseinärakenteeseen. Punaiset merkinnät ovat merkittäviä ilmavuotoja. Siniset merkinnät ovat vähäisiä ilmavuotoja ja vihreät merkinnät pistemäisiä ilmavuotoja. (N. = Normaalitila & Alip. = Alipaineistettu - 10 Pa).

02.05.2022



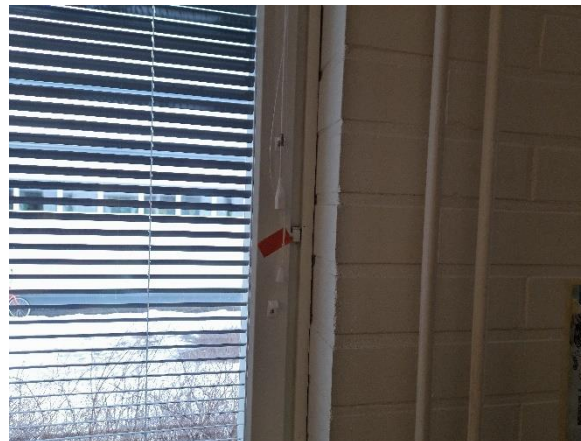
Kuva 18. Normaalissa / alipaineistetussa tilassa, patterin vesiputken kannattimessa havaittiin pistemäinen ilmuvuoto.



Kuva 19. Normaalissa / alipaineistetussa tilassa, patterinkannakkeissa havaittiin pistemäistä vuotoa. Ikkunaliittymässä havaittiin vähäistä vuotoa ja ikkunansaranoissa pistemäistä vuotoa.



Kuva 20. Normaalissa / alipaineistetussa tilassa, seinän halkeamassa vähäistä ilmuvuotoa.



Kuva 21. Normaalissa / alipaineistetussa tilassa, Ikkunan saranassa pistemäinen ilmuvuoto.

02.05.2022



Kuva 22. Alipaineistettuna alapohjarakenteen ja ulkoseinän liittymässä pistemäinen ilmavuoto.

2.5. Luokkahuone L27

Tilassa tutkittiin ulkoseinärakenteen tiiveyttä. Merkkiaineikaasua syötettiin ulkoseinän eristetilaan sisäpuolelta poratusta reiästä. Tilojen tiivistyskorjauksista ei ollut saatavilla lähtötietoja. Tutkimushetkellä sisätilojen alipaineisuus ulkoilmaan nähden oli ilmanvaihdon normaali tilassa -1...-2 Pa.

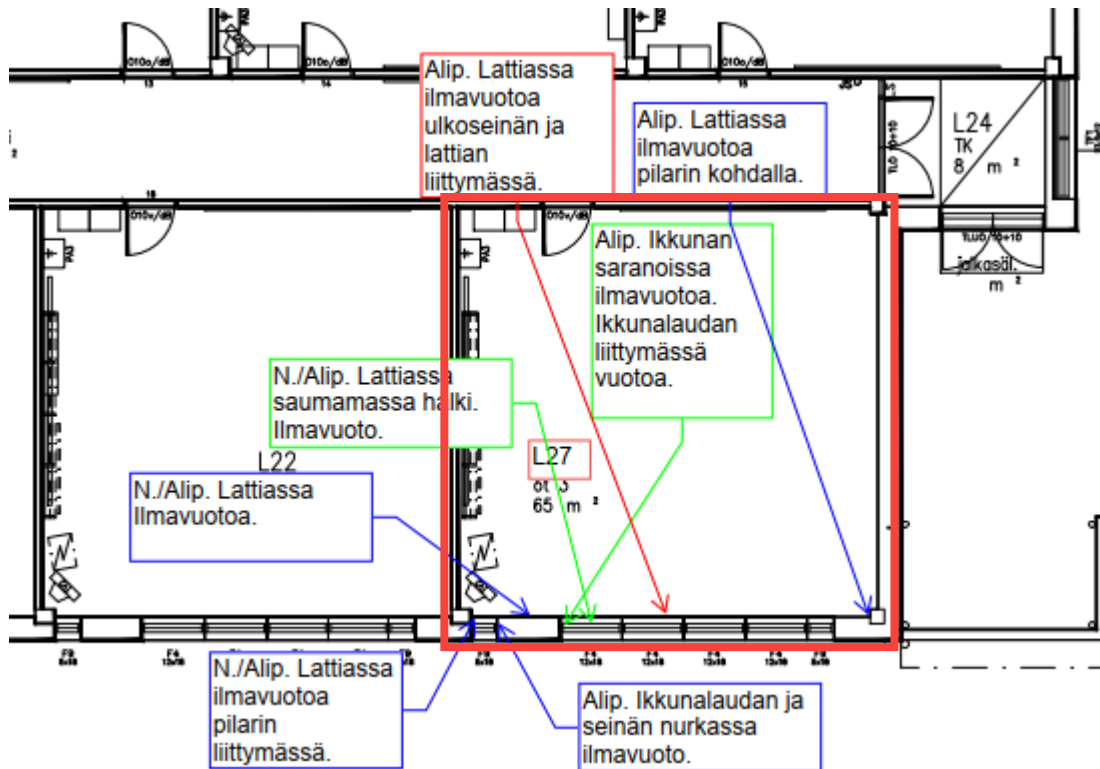
Normaali tilassa

Normaalissa tilassa havaittiin vähäistä ilmavuotoa ulkoseinän ja alapohjarakenteen liittymässä, ikkunalaudan ja seinän liittymässä, pilarin ja alapohjarakenteen liittymäkohdassa. Pistemäistä vuotoa havaittiin lattian ja ulkoseinärakenteen liittymässä.

-10 Pa alipaineistettuna

Edellä mainittujen vuotojen lisäksi havaittiin alipaineistettuna merkittävää ilmavuotoa ulkoseinän ja lattian liittymässä, sekä pilarin ja ulkoseinän liittymä kohdalla. Pistemäistä vuotoa havaittiin ikkunoiden saranoissa ja ikkunalaudan kohdalla.

02.05.2022



Kuva 23. Luokkahuone L27. Merkkiainetutkimus toteutettiin punaisella olevan neliön sisällä olevaan ulkoseinä-rakenteeseen. Punaiset merkinnät ovat merkittäviä ilmavuotoja. Siniset merkinnät ovat vähäisiä ilmavuotoja ja vihreät merkinnät pistemäisiä ilmavuotoja. (N. = Normaalitila & Alip. = Alipaineistettu - 10 Pa).

02.05.2022



Kuva 24. Alipaineistettuna ikkunalaudalla piste-
mäistä ilmavuotoa.



Kuva 25. Alipaineistetussa tilassa, ulkoseinän ja ala-
pohjarakenteen liittymäkohdassa merkittävää ilma-
vuotoa.



Kuva 26. Normaalissa / alipaineistetussa tilassa, pi-
larin liittymässä vähäistä ilmavuotoa.



Kuva 27. Alipaineistettuna pilarin ja lattian liittymässä vähäistä ilmavuotoa.

02.05.2022



Kuva 28. Alipaineistettuna ikkunan saranoissa pistemäistä ilmavuotoa.



Kuva 29. Normaalissa ja alipaineistettuna lattialiitymässä vähäistä ilmavuotoa.

3. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Ikkunoiden liittymäkohdissa havaittiin pistemäisiä / vähäisiä / merkittäviä ilmavuotoja.

Alapohjan ja ulkoseinäliittymien kohdalla havaittiin vähäisiä / merkittäviä ilmavuotoja.

Pilarin alaosassa ja liittymissä havaittiin vähäisiä / merkittäviä ilmavuotoja.

Patterikannakkeiden kohdalla havaittiin pistemäisiä ilmavuotoja.

Epätiiveyskohtien kautta sisäilmaan voi päätyä epäpuhdasta ilmaa. Normaali tilassa ilmavuodot olivat paikoittain pistemäisiä, eli niiden kautta siirtyvä ilmamäärä on vähäistä. Tiiloissa kuitenkin havaittiin normaalissa tilassa myös vähäistä ja merkittävää ilmavuotoa.

Kohteesta ei ollut saatavilla lähtötietoja tiivistyskorjauksista. Aikaisemmassa tehdyssä laadunvarmistusmittauksessa havaittiin pääosin samoja ilmavuotoalueita. Mikäli kohteeseen ei ole tehty erillisiä tiivistyskorjaussuunnitelmia suositellaan ne viimeistään nyt tehtäväksi. Tämän avulla saadaan varmistettua paras mahdollinen tiivistystapa.

Seuraavat toimenpide-ehdotukset ehdotetaan huomioimaan jatkossa parhaan mahdollisen lopputuloksen saavuttamiseksi.

Toimenpide-ehdotukset

Kohteeseen suositellaan laatimaan suunnitelmat tiivistyskorjauksista, joissa määritellään korjausten tavoitetaso. Tämän jälkeen tulee tehdä lisätiivistyksiä kohtiin, joissa havaittiin ilmavuotoa. Suunnitelmien perusteella tehdään uudet laadunvarmistusmittaukset.

02.05.2022

Helsingissä 02.05.2022

WSP Finland Oy

Tarkastanut

Tony Kataja
Projekti-insinööri, Ins. (AMK)
Korjausrakentamisen konsultointi

Riitta Katajamaa
Projektipäällikkö, RTA
Korjausrakentamisen konsultointi

Merkkiainetutkimuksissa havainnoidaan vuotoja seuraavasti (Kyseinen väri tutkimuskartassa edustaa havaitun vuodon tyyppiä):

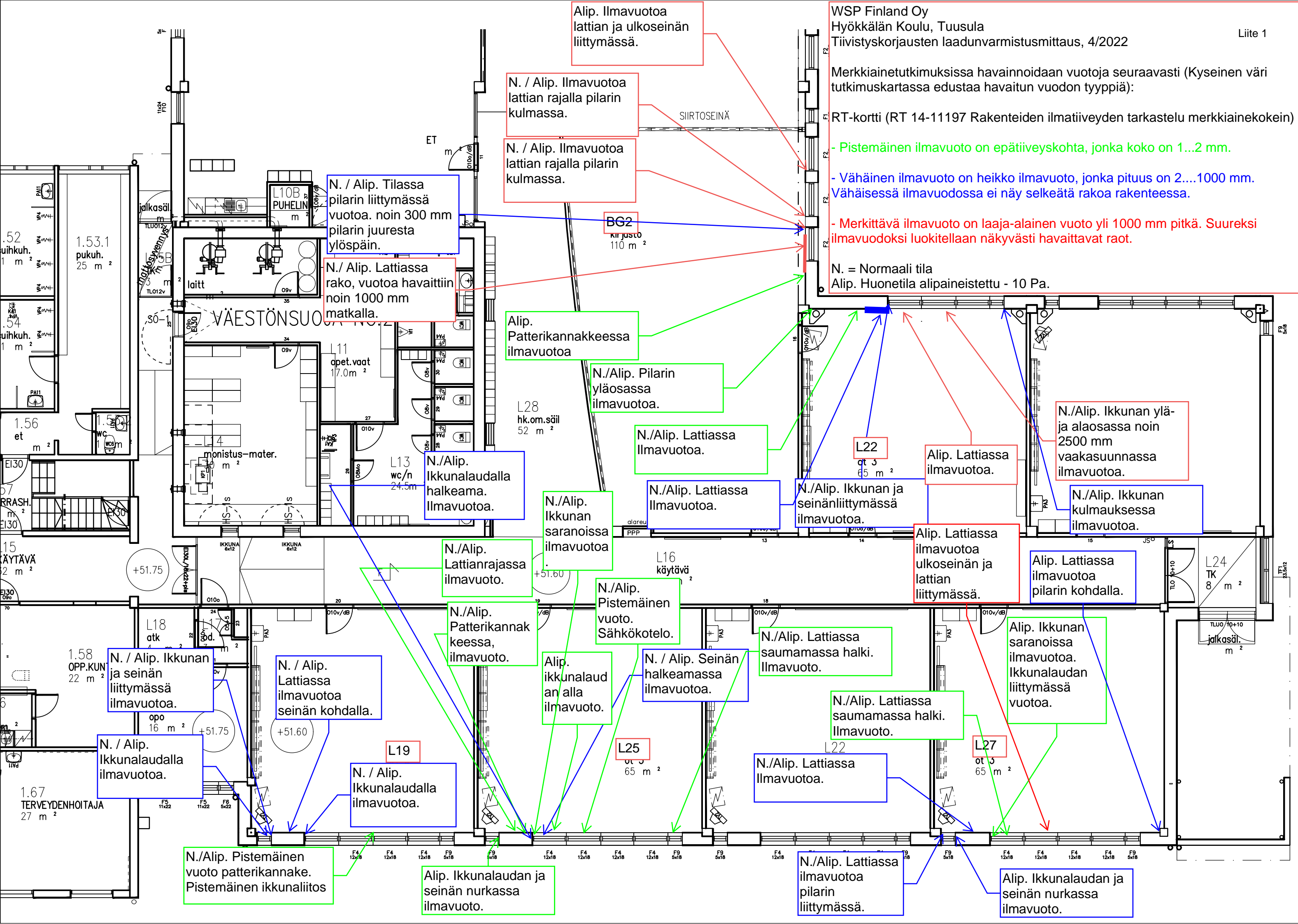
RT-kortti (RT 14-11197 Rakenteiden ilmatiiveyden tarkastelu merkkiainekokein)

- Pistemäinen ilmavuoto on epätiiveyskohta, jonka koko on 1...2 mm.

- Vähäinen ilmavuoto on heikko ilmavuoto, jonka pituus on 2....1000 mm. Vähäisessä ilmavuodossa ei näy selkeää rako rakenteessa.

- Merkittävä ilmavuoto on laaja-alainen vuoto yli 1000 mm pitkä. Suureksi ilmavuodoksi luokitellaan näkyvästi havaittavat raot.

N. = Normaali tila
Alip. Huonetila alipaineistettu - 10 Pa.



Alip. Ilmavuotoa lattia ja ulkoseinän liittymässä.

N. / Alip. Ilmavuotoa lattia rajalla pilarin kulmassa.

N. / Alip. Ilmavuotoa lattia rajalla pilarin kulmassa.

N. / Alip. Tilassa pilarin liittymässä vuotoa. noin 300 mm pilarin juuresta ylöspäin.

N./ Alip. Lattiassa rako, vuotoa havaittiin noin 1000 mm matkalla.

Alip. Patterikannakkeessa ilmavuotoa

N./Alip. Pilarin yläosassa ilmavuotoa.

N./Alip. Lattiassa ilmavuotoa.

N./Alip. Lattiassa ilmavuotoa.

N./Alip. Ikkunan saranoiden ilmavuotoa

N./Alip. Ikkunalaudalla halkeama. Ilmavuotoa.

N./Alip. Lattianrajassa ilmavuoto.

N./Alip. Pistemäinen vuoto. Sähkökotelo.

Alip. Ikkunalaudan alla ilmavuoto.

N. / Alip. Seinän halkeamassa ilmavuotoa.

N./Alip. Lattiassa saumamassa halki. Ilmavuoto.

N./Alip. Lattiassa saumamassa halki. Ilmavuoto.

Alip. Ikkunan saranoiden ilmavuotoa. Ikkunalaudan liittymässä vuotoa.

N. / Alip. Ikkunan ja seinän liittymässä ilmavuotoa.

N. / Alip. Lattiassa ilmavuotoa seinän kohdalla.

N. / Alip. Ikkunalaudalla ilmavuotoa.

N. / Alip. Ikkunalaudalla ilmavuotoa.

N./Alip. Pistemäinen vuoto patterikannake. Pistemäinen ikkunaliitos

Alip. Ikkunalaudan ja seinän nurkassa ilmavuoto.

N./Alip. Lattiassa ilmavuotoa pilarin liittymässä.

Alip. Ikkunalaudan ja seinän nurkassa ilmavuoto.